Le système d'information géographique de Quito : recherche scientifique ou recherche opérationnelle[1] ?

Henry R. GODARD*

À partir de l'analyse du programme « Atlas informatisé de Quito » (AIQ)[2], nous proposons une évaluation personnelle de cette opération dont le premier volet a été achevé en décembre 1992 (impression de l'*Atlas infographique de Quito*[3]). Il nous semble opportun, d'une part,

* *Géographe, Orstom. Adresse personnelle : 3, rue d'Alsace, résidence Le Mani Kom (apt n° 21), 97400 Saint-Denis, Réunion, France.*

1 Les opinions exprimées n'engagent que l'auteur et non les institutions auxquelles il appartient. Ce texte a été présenté lors du colloque international « *Representación cartografica y dinámicas de cambio en los Andes : identificar, interpretar, comunicar* » (Cuzco, Pérou, 24-26 août 1994), organisé par l'Institut français d'études andines (IFEA) et le Centro de estudios regionales andinos Bartolomé de las Casas (CBC). Le texte de cette communication sera publié dans le *Bulletin* de l'IFEA ; il a été profondément remanié pour cette livraison des *Cahiers des Sciences humaines*.

2 En octobre 1987, l'Orstom signait un accord de recherche de trois ans (programme « Atlas informatisé de Quito ») avec trois partenaires équatoriens, l'Institut géographique militaire (IGM), la section équatorienne de l'Institut panaméricain de géographie et d'histoire (IPGH) et l'Illustre municipalité de Quito (IMQ). Il s'agissait de créer une base de données urbaines, de mettre au point un système d'information géographique, d'élaborer un diagnostic de la situation urbaine à la fin des années quatre-vingt et d'étudier le fonctionnement, les dynamiques et l'évolution du tissu urbain de la capitale équatorienne à partir de l'analyse des données existantes et de celles qui durent être collectées pour les besoins spécifiques du programme. En octobre 1990, l'IMQ créa la cellule « Observatoire urbain de Quito » (OUQ), qui deviendra le Système urbain d'information (SUI) ; en juillet 1991, l'Orstom et l'IMQ signèrent un accord de coopération relatif au SUI. L'évolution du programme AIQ (problématique, difficultés, présentation des travaux intermédiaires, etc.) a été détaillée dans les sept numéros du *Bulletin de l'Atlas informatisé de Quito (AIQ)*.

3 *Atlas infográfico de Quito : socio-dinámica del espacio y política urbana/Atlas infographique de Quito : socio-dynamique de l'espace et politique urbaine* (1992). Le SIG a permis de travailler à un niveau de finesse inimaginable, à l'échelle de l'ensemble d'une ville d'un million d'habitants, il y a une décennie. Cet ouvrage, qui est en quelque sorte un « manuel » technique et scientifique de l'exploitation de la base de données, privilégie

de faire un bilan de cette recherche en insistant sur sa portée, ses insuffisances et les difficultés rencontrées, et, d'autre part, de définir les conditions institutionnelles, techniques et scientifiques optimales, si tant est qu'elles existent, de mise en place et d'exploitation d'un observatoire urbain.

En 1984, lorsque germa l'idée de constituer à Quito une base de données urbaines, un système d'information géographique (SIG) et un observatoire, et que l'alternative système « léger » ou système « lourd » ne se posait pas encore (un micro-ordinateur, même puissant, était incapable de gérer un SIG digne de ce nom), l'Orstom décida de mener de front deux objectifs apparemment inconciliables : mettre en place un SIG qui soit utilisable tant par les chercheurs que par les praticiens de la ville. En raison des obligations institutionnelles (contraintes de partenariat liées à la politique générale de l'institut), de l'ampleur du programme, de la lourdeur des processus d'acquisition, de saisie, de structuration, de traitement et de restitution des données, la problématique devait intégrer à la fois les préoccupations des chercheurs et celles des planificateurs — qui sont rarement éloignées les unes des autres. Certes, celle-ci était déjà grossièrement définie en 1985-1986 ; mais elle fut sans cesse affinée en fonction des résultats qui apparaissaient lors de l'exploration et de l'exploitation des données. Aussi la méthode hypothético-déductive fut-elle privilégiée et les allers et retours entre les données, leurs traitements et les hypothèses de départ furent-ils permanents jusqu'à l'achèvement de la phase I du programme. Ces conditions sont indispensables à la bonne utilisation d'un SIG, comme le soulignent Philippe WANIEZ *et al.* (1993 : 34) :

> « Le SIG apparaît alors comme une sorte de "tour de contrôle" qui organise l'arrivée des données de natures diverses destinées à être mises en relation, et d'où partent soit ces mêmes données restructurées et sélectionnées pour une analyse ultérieure, soit des résultats de requêtes prouvant le bien-fondé d'une hypothèse. »

Cette présentation privilégie deux axes directeurs : les multiples difficultés d'ordre technique, institutionnel, etc., qui ont toutes été résolues

deux axes de recherche : les dysfonctionnements intra-urbains et les processus ségrégatifs, deux thématiques qui sont souvent isolées l'une de l'autre de manière artificielle. En effet, elles se chevauchent, s'interpénètrent et leurs résultantes réagissent, tantôt positivement, tantôt négativement, sur les espaces urbains qui sont soumis à des forces divergentes ou convergentes. Ces deux fils conducteurs permettent : d'approcher la structuration actuelle de l'espace urbain, ses dynamiques, les tendances de sa croissance à court ou moyen terme en soulignant le poids des événements historiques, politiques, sociaux, économiques et techniques ; d'analyser les problèmes les plus sérieux auxquels se heurtent la ville et la majorité de ses habitants, en privilégiant une vision tantôt macro-, tantôt microspatiale (emboîtements d'échelles) ; de révéler les continuités et les discontinuités, les transitions, les ruptures, les symétries et les dissymétries au sein de l'espace urbain.

au coup par coup ; les avancées scientifiques permises par l'exploitation du SIG. Si ces deux fils conducteurs sont interdépendants, c'est par souci de lisibilité et de connexité du discours qu'ils sont artificiellement dissociés.

LES DROITS ET LES DEVOIRS DES PARTENAIRES

Après un accord provisoire signé entre les quatre partenaires à la fin de l'année 1985 et de nombreux rebondissements (premier retrait de l'IMQ en juin 1986, incertitude relative à l'acquisition de l'équipement informatique par l'IGM — finalement, l'Orstom l'achètera et il sera opérationnel en mars 1988), l'accord interinstitutionnel est signé en octobre 1987, soit après seize mois de « semi-clandestinité ». Mais le « feuilleton » de l'AIQ n'est pas terminé pour autant. Trois ans plus tard, la base de données urbaines a été créée et le SIG est opérationnel mais l'*Atlas infographique de Quito* n'est pas encore terminé alors que l'accord interinstitutionnel stipulait son achèvement et sa publication. L'IMQ ne souhaitant participer ni à la rédaction ni à la publication de cet ouvrage, un avenant est donc signé par l'IGM, l'IPGH et l'Orstom qui prennent en charge l'ensemble des travaux et des coûts de conception et de publication. Toutefois, parallèlement à l'achèvement de l'*Atlas*, l'Orstom et l'IMQ signent un accord spécifique de coopération relatif au SUI en juillet 1991 ; s'il s'agissait de la suite logique des techniques mises en place et des études menées depuis plusieurs années dans le cadre du programme de recherche AIQ, il était néanmoins certain qu'il serait difficile techniquement et institutionnellement de mener à bien l'achèvement d'un programme d'envergure comme l'AIQ et la mise en route d'un projet tel que le SUI[4]. Malgré ces aléas (!), le bilan du programme AIQ fut dressé au cours du séminaire organisé par l'IGM, l'IPGH et l'Orstom en avril 1992 et le travail de synthèse enfin imprimé en décembre 1992.

Le contexte interinstitutionnel : les contraintes inhérentes à la coopération

Les problèmes évoqués ci-dessus ne sont pas spécifiques de la coopération en Équateur : les devoirs du partenariat sont parfois négligés et les écrits (quand bien même il s'agit d'un accord interinstitutionnel)

[4] L'équipe de l'AIQ a constamment soutenu la création de l'observatoire urbain dans les locaux de l'IMQ, puisque, sans actualisation des données par l'institution chargée de la planification urbaine, la phase AIQ était vouée à l'échec ; l'AIQ devait donc constituer une étape et non une fin en soi. Ce que, personnellement, nous avons désapprouvé, c'est le chevauchement chronologique de l'AIQ et du SUI et la méthode de mise en place du SUI.

n'ont souvent que peu de valeur. Si généralement un programme de recherche suit un cheminement plus ou moins chaotique, les tribulations du projet AIQ et les périodes de crise particulièrement aiguë ont failli plusieurs fois compromettre son achèvement[5].

Plusieurs conclusions méritent d'être tirées de ces quelques années d'efforts de l'équipe franco-équatorienne. La multiplication des partenaires — indispensable en raison des objectifs du programme, de l'accès aux données cartographiques et des relations privilégiées qu'entretient l'Orstom avec certaines institutions — a entraîné une multiplication des frictions et l'accroissement des risques de conflit. Outre les pesanteurs bureaucratiques, communes à la totalité des institutions impliquées dans ce programme, la diversité des partenaires équatoriens (intérêts spécifiques, « sensibilité », etc.) explique l'aggravation des tensions qui s'est manifestée à partir de 1990 : l'IGM était particulièrement attaché au développement d'un SIG ; l'IPGH, institut à vocation scientifique dont les locaux sont situés à l'intérieur de l'IGM, s'intéressait à la recherche fondamentale ; enfin, la Direction de la planification de l'IMQ voyait dans la création d'un observatoire urbain (donc dans la constitution préalable de la base de données) un outil de gestion performant. Lorsque les travaux avancent dans l'harmonie, la diversité des partenaires est un point positif puisque la complémentarité institutionnelle agit comme un élément dynamique. Lorsque des tensions apparaissent, l'équilibre est rompu et la diversité devient un facteur de déstructuration. Lors de ces crises, l'Orstom se trouvait parfois en position de médiateur (ou d'« otage » ?) entre deux « blocs » dont les rivalités latentes (IGM-IPGH contre IMQ) débouchaient périodiquement sur des conflits ouverts ; quant au programme de recherche, il était parfois soumis à des mesures de rétorsion de la part d'un des partenaires (retrait d'une partie du personnel, par exemple).

Les périodes difficiles sont souvent générées par des conflits d'intérêt ou de personnes qui relèguent les aspects scientifiques et techniques au second plan. Un changement à la tête d'une institution ou d'un département (nomination ou élection) peut soit favoriser l'avancement des travaux, soit desservir le programme ; il faut alors attendre patiemment la promotion d'un nouveau directeur. L'équipe de recherche n'a dans ce cas qu'une marge de manœuvre limitée. Que dire de celle-ci lorsque des intérêts locaux ou régionaux privilégient un échéancier politique (les élections municipales qui ont reconduit une équipe social-démo-

[5] Le programme AIQ a failli ne jamais voir le jour lorsque l'IMQ s'est retirée une première fois du projet et que l'IGM s'est révélé être dans l'incapacité d'acquérir le matériel informatique ; comment justifier la mise en route d'une action orientée vers la gestion urbaine si le principal bénéficiaire n'y participait pas ? comment constituer une base de données... sans équipement informatique ?

crate ont eu lieu au cours du premier semestre de l'année 1992) au détriment du calendrier prévu des études en cours, ou qu'un nouvel accord (SUI) est signé entre deux partenaires alors que le premier programme de recherche (AIQ), qui conditionne partiellement la réussite du second, n'est pas encore achevé ? S'agit-il du suivi d'une politique générale de l'institution qui échappe aux chercheurs ? de promesses faites un peu légèrement mais qui doivent être tenues ? du télescopage fortuit de deux chronogrammes ?

Respecter les délais fixés au moment de la signature d'un accord de coopération est un pari toujours difficile à tenir. Malgré la force d'inertie des institutions et le retard accumulé (évaluation erronée du calendrier général en raison de l'affectation d'une partie du personnel trop longtemps avant l'arrivée du matériel informatique, absence de contrat de maintenance de l'équipement informatique expliquant la paralysie partielle des travaux pendant sept mois...), qui ont impliqué la révision régulière du plan de travail, la phase AIQ a été terminée avec seulement (!) vingt mois de retard, ce qui reste relativement acceptable étant donné l'ampleur du programme et les difficultés auxquelles l'équipe franco-équatorienne s'est heurtée. En outre, il faut insister sur le fait que les chercheurs des trois institutions signataires de l'*Atlas* ont été appelés à d'autres tâches après avoir remis les planches prêtes à l'impression, ce qui n'était qu'implicite dans l'accord signé en 1987. Si les problèmes scientifiques et techniques sont toujours solubles, il est souvent impossible de maîtriser les paramètres politiques ; dans le cas de l'AIQ, les blocages d'ordre institutionnel n'ont jamais été définitifs, même si la période transitoire de tension a parfois duré un an...

Les contraintes scientifiques et techniques : les difficultés de calibrage de l'outil

Le programme AIQ se caractérise par la permanence de la situation d'urgence dans laquelle il a été mené à bien ; cette pression, due à la nécessité de respecter dans la mesure du possible certaines échéances, a été bénéfique à la mise au point rapide de la problématique et des méthodologies ainsi que du logiciel Savane, développé par l'Orstom, qui devait être adapté aux besoins de la gestion et de l'analyse urbaines. Toutefois, l'équipe a dû parfois sacrifier l'approfondissement de certaines méthodologies et thématiques au profit de la vitesse d'exécution ; la phase II, c'est-à-dire l'exploitation du SIG dans le cadre du SUI, devrait permettre de combler certaines lacunes.

Avant que la constitution de la base de données ne soit entreprise (phase préalable à la mise en place du programme AIQ), il fallait définir l'unité géographique de base la plus petite sur laquelle nous allions travailler. Les données cadastrales étant inutilisables (heureusement, pourrions-

nous dire aujourd'hui, puisque l'agrégation des données à l'échelle de la parcelle aurait été une tâche considérable ; en outre, la vocation de l'Orstom n'est pas de participer à la constitution d'un cadastre), il fut décidé d'utiliser la seule source d'information exhaustive disponible, le recensement général de la population et des logements de 1982, dont les données furent agglomérées sur la base de l'îlot. Il s'agit de l'unité « fictive » de base qui regroupe l'ensemble des ménages en une seule entité vivant dans le pâté de maisons ; l'analyse du fonctionnement et des dysfonctionnements urbains ne justifiait pas une étude dont l'unité de base aurait été le ménage, voire l'individu. *A priori*, cette échelle de travail devait satisfaire tant les gestionnaires de l'espace (volet opérationnel) que les thématiciens (volet recherche). En effet, le pâté de maisons est une unité morphologique et socio-économique faisant abstraction de tout découpage administratif ; il semblait donc approprié d'analyser les espaces urbains à ce niveau scalaire qui permettait, en fonction des thématiques développées, de déboucher sur un regroupement des îlots en zones homogènes ayant des caractéristiques semblables[6]. L'îlot est une unité de travail particulièrement adaptée aux besoins d'un service de planification (échelle d'analyse : à partir de 1/4 000) ; dans le cadre d'une étude scientifique tournée vers l'analyse du fonctionnement et des dysfonctionnements urbains ainsi que des processus ségrégatifs, il n'est certainement pas indispensable de retenir une unité aussi fine[7]. Dans le cas de Quito, il n'y avait pas d'alterna-

[6] La notion d'îlot et de zone homogène a été largement analysée par Dominique COURET (1994) dans le cadre de son doctorat. L'auteur étudie la pertinence de ce type de découpage dans l'optique de la mise en place d'un SIG à Quito. Ses conclusions doivent être prises en compte dans l'éventualité de la mise en place d'un autre SIG, quel que soit son lieu d'implantation, puisque l'un des objectifs de l'opération menée à Quito est la réplicabilité de cette entreprise.
Soulignons que le débat sur le concept de zone homogène est loin d'être clos. Un exemple parmi d'autres : 486 zones ont été définies en fonction du statut administratif et foncier, de la géomorphologie, de l'occupation du sol, de la pente et de l'exposition lors de la constitution du SIG de Timahdit. Leur surface varie de 0,7 à 2 500 ha (soit un rapport de 1 à 3 571) ; le SIG couvre une superficie de 25 357 ha (CRÉPEAU, 1989). Si un tel découpage est pertinent dans le cadre de la problématique développée dans ce secteur rural, il n'est pas concevable en milieu urbain en raison de la trop grande variabilité de taille des unités considérées. De plus, la définition des zones homogènes repose sur un nombre limité de critères, essentiellement physiques ; dans le cas d'une étude urbaine, le nombre de variables à prendre en compte, principalement socio-économiques, est beaucoup plus élevé.

[7] Nous supposons (hypothèse de départ) que le pâté de maisons est une entité homogène. Pour les analystes de l'espace, il est nécessaire de réfléchir sur la définition des zones homogènes puisque leur contour et leur nombre varient en fonction de la thématique étudiée. Il semble qu'il soit nécessaire d'identifier deux ou trois découpages pertinents de la réalité socio-économique de l'espace considéré. Ces quelques cartes de base ne peuvent être élaborées que lors de l'étape finale, c'est-à-dire lorsque toutes les variables ont été traitées.

tive : d'une part, il fallait allier les intérêts spécifiques de l'ensemble des partenaires ; d'autre part, il n'existait pas de découpage intermédiaire entre l'îlot et le quartier (le nombre de quartiers, leur configuration, leur contenu socio-économique, etc., variaient selon les sources utilisées et les objectifs de ceux qui les avaient définis[8]).

Le logiciel Savane a été développé par son concepteur — qui a été affecté en Équateur... heureusement pour les chercheurs ! — parallèlement aux travaux scientifiques menés par les thématiciens. Ce logiciel progressait pas à pas en fonction des nécessités des utilisateurs qui exposaient leurs besoins, toujours nombreux, souvent mal exprimés et parfois extravagants, au responsable du volet informatique. Dans ces conditions d'évolution lente de la problématique, des méthodologies et du logiciel, il était logique que les tâtonnements se traduisent par une apparente perte de temps (blocages aléatoires du système d'exploitation, manque de convivialité de l'interface avec l'utilisateur, etc.). Tous ces problèmes sont aujourd'hui résolus et, en 1996, les utilisateurs de Savane disposent d'un logiciel performant, fiable et ergonomique. Si l'équipe a essayé d'utiliser au mieux l'ensemble des potentialités du logiciel Savane en évitant de produire des cartes d'inventaire (elles ont toutefois le mérite de permettre le diagnostic d'une situation donnée à une date précise), ce ne fut malheureusement pas toujours possible en raison des carences de l'information et du manque de temps. Mais ces inventaires restent peu nombreux et la plupart des cartes ont été réalisées à partir de croisements de variables ou après avoir créé des néodonnées[9]. Plutôt que d'intégrer dans la base de données urbaines les informations brutes du recensement, il aurait été préférable de réaliser des traitements statistiques préalables avec l'application SAS ; ce fut impossible puisque nous avons disposé de ce programme alors que le recensement était déjà intégré (avouons que l'acquisition de ce logiciel en 1987 n'aurait rien changé ; aucun thématicien affecté à Quito n'était capable de l'exploiter de manière optimale).

[8] Nous pensons qu'il serait intéressant aujourd'hui, au vu des cartes élaborées à partir du recensement de 1982 et de celles qui peuvent l'être à partir de celui de 1990, de reconsidérer les notions de quartier et (ou) de zone homogène afin de parvenir, peut-être, à un découpage socio-économique du tissu urbain quiténien en un nombre réduit de secteurs (aux alentours de 500 contre environ 7 000 îlots en 1982 et 3 000 de plus en 1990).

[9] *Cartes d'inventaire* : elles permettent de faire l'état d'une thématique à l'instant t_1 (localisation des services de soins — ambulatoires et hospitaliers, secteurs privé et public, nombre de lits —, des structures d'hébergement, des établissements bancaires, etc.). *Cartes « complexes »* : elles résultent du croisement de nombreuses variables (distribution des îlots selon la relation promiscuité-densité, équipements et conditions de vie, etc.).

De la convergence à la divergence des intérêts

À ce stade de l'exposé se profile l'un des problèmes de fond du programme AIQ que l'on peut poser en ces termes : est-il possible et souhaitable de mener de front une politique de recherche fondamentale et une action d'application directe des résultats scientifiques ? Une fois encore, au vu des objectifs affirmés du programme bien avant la signature de l'accord interinstitutionnel en 1987 et des moyens humains et financiers affectés à cette action de coopération, nous répondons de façon affirmative. Tout au plus peut-on se demander s'il *serait bien raisonnable* (cf. le titre de la communication de R. de Maximy au congrès de l'UGI à Sydney, « L'Atlas de Quito, est-ce bien raisonnable ? », avant que le programme AIQ ait démarré) de renouveler une opération de cette envergure avec des partenaires aux intérêts si divergents. En effet, l'Orstom et ses partenaires équatoriens s'étaient engagés dans une action ambitieuse qui devait impérativement réussir, au risque de mettre en péril la crédibilité des institutions et des chercheurs. Lorsque la machine AIQ a été mise en mouvement, elle ne pouvait être stoppée qu'après la publication de l'*Atlas* (aspect méthodologique et recherche) et le transfert de la base de données et de l'équipement informatique (volet application) dans les locaux de l'IMQ. Reconnaissons que cette machine s'est souvent emballée, qu'il a été quelquefois difficile de la dominer et que les dérapages ont parfois été contrôlés grâce à la volonté de certaines institutions, à l'entêtement des chercheurs et... à la chance.

Après les difficultés de la mise en route que nous avons soulignées, deux périodes peuvent être distinguées. Dans un premier temps (1987-1990), les intérêts des quatre partenaires convergeaient malgré quelques tiraillements ; en effet, alors que l'IGM et l'IPGH respectaient les clauses de l'accord de coopération (fonctionnement, ressources humaines...), l'IMQ, principal bénéficiaire à terme de ce programme, n'y participait que de façon épisodique tant en personnel qu'en moyens matériels[10]. L'IGM et l'IMQ étaient cependant satisfaits de la constitution de la base de données et de la mise en place du SIG, alors que les chercheurs de l'Orstom et de l'IPGH commençaient à douter de voir un jour les premiers résultats cartographiques. Après la période fastidieuse de la digitalisation (un an et demi pour numériser les 200 feuilles à 1/4 000 couvrant la capitale) et de l'intégration des données, étapes indispensables mais bien longues malgré l'obstination des techniciens de l'IGM chargés de cette tâche, les chercheurs purent enfin analyser les composantes du système urbain ; l'Orstom et l'IPGH disposaient des premiers travaux méthodologiques et des commentaires des docu-

[10] Les chercheurs se trouvaient donc devant le paradoxe d'une municipalité bénéficiaire à terme de l'ensemble des travaux et d'une absence de conscience mais non d'exigences de cette même municipalité !

ments issus de la station de travail. Dans un second temps (1990-1992), la compréhension et les motivations des partenaires divergèrent et entraînèrent la dissociation du groupe de travail initial. Paradoxalement, cette rupture assurait le succès de l'AIQ avant même qu'il ne soit terminé puisque la constitution du SUI signifiait la réussite, du moins partielle, du transfert technologique et l'actualisation de la base de données. Grossièrement, la situation semblait simple : achèvement de l'AIQ, donc publication de l'*Atlas* (voie scientifique) par l'IGM, l'IPGH et l'Orstom ; mise en route de l'observatoire SUI (voie opérationnelle) par l'IMQ et l'Orstom. En fait, la situation était un peu plus complexe et, au-delà du dilemme recherche fondamentale ou recherche appliquée, apparaissaient certaines incohérences. Comment terminer dans de bonnes conditions la réalisation de l'*Atlas* alors que le matériel informatique était transféré de l'IGM à l'IMQ ? Quelles allaient être les conséquences à court terme de la politique de l'Orstom qui se trouvait engagé simultanément dans deux opérations, l'une quadripartite et l'autre bipartite ? Comment justifier la relative imperméabilité scientifique de l'IMQ qui se désengageait de la réalisation de l'*Atlas*, dont le contenu était un « mode d'emploi », certes incomplet, de l'utilisation de la base de données et du SIG ? En définitive, ces difficultés furent surmontées, mais au prix de tractations qui heureusement ne mirent en péril ni l'achèvement de l'AIQ ni les acquis scientifiques indéniables de cette expérience... inoubliable.

LES APPORTS SCIENTIFIQUES DU SIG ET DE L'OBSERVATOIRE

Après six ans de travail, il eût été malheureux que le bilan scientifique soit négatif ! Si l'informatique a ouvert de nouvelles perspectives méthodologiques, permis l'accélération d'un grand nombre de tâches et rendu possible les manipulations cartographiques en temps réel, les techniques plus artisanales n'ont pas été bannies pour autant. Surtout, le programme AIQ n'a pas été interrompu après l'achèvement de l'*Atlas*, ce qui eût été synonyme d'échec ; la mise en place du SUI signifie contrôle équatorien de l'appareil technique installé par l'Orstom et actualisation de la base de données, même si son exploitation scientifique reste incertaine.

La mise au point de quelques indicateurs d'urbanisation : des outils prévisionnels ?

René de Maximy a déjà mis au point, il y a une quinzaine d'années, des indicateurs d'urbanisation pour la ville de Kinshasa : catégories

socioprofessionnelles, structures de la population, activités, etc.[11] Cet atlas pionnier avait été réalisé sans l'aide de l'informatique. L'un des objectifs du programme *AIQ* et de *l'Atlas*, « sous-produit » de la base de données, était de mettre au point quelques indicateurs pertinents de la croissance et des dynamiques urbaines. En effet, au-delà de la mise en évidence et de l'analyse (diachronique lorsque les données étaient disponibles) des logiques spatiales et socio-économiques d'installation des populations, d'implantation des équipements et des services, de mutation des espaces fonctionnels, etc., les indicateurs d'urbanisation permettent d'étudier l'évolution des politiques urbaines, de peser les conséquences spatiales des actions d'aménagement entreprises par les secteurs public et privé et d'apprécier les transformations du tissu urbain en termes de convergences ou de divergences d'intérêt (poids des différents acteurs façonnant la ville). L'outil informatique permet l'actualisation rapide des données et l'analyse comparative lorsque l'on dispose de nouvelles informations (recensement de 1990, enquêtes à passages répétés, sondages, etc.). La mise au point d'indicateurs d'urbanisation est certainement l'un des apports les plus significatifs que la vision géographique peut apporter aux décideurs et praticiens de la ville (aménageurs, urbanistes, architectes...). En effet, ces derniers prennent rarement en compte la dimension sociale de l'espace urbain, quelle que soit l'échelle de travail : les forces sociales sont coûteuses à faire apparaître (enquêtes et traitements spécifiques) et il est peu « rentable », voire même téméraire, d'y faire allusion lors des campagnes électorales. Il s'agit pourtant de phénomènes dynamiques qu'il est nécessaire d'analyser et de décrypter ; leur méconnaissance peut, à court ou moyen terme, mettre en péril la situation urbaine et sociale de la ville. Les indicateurs d'urbanisation ne prétendent pas apporter de réponse définitive aux inégalités intra-urbaines, mais ils peuvent servir d'outils de réflexion, d'aménagement, de planification et de prospective.

> « [...] Que faut-il entendre par *indicateur d'urbanisation* ? Les deux termes de la locution ne sont pas fortuits. Il s'agit bien de mettre en évidence et d'enseigner, *indicateur*, ce qui est le plus significatif et le plus explicatif de la fabrication d'une ville, *urbanisation*.
>
> « [...] L'indicateur d'urbanisation doit répondre à un réel questionnement sur le fonctionnement d'une ville, être identifiable à peu de frais mais fiable, rapidement mis en évidence, aisé à interpréter.
>
> « [...] C'est pourquoi, dans la ville étudiée, il faut choisir des aspects reconnus de l'espace, structures, population et comportements, actions économiques, etc., significatifs de beaucoup plus que d'eux-mêmes. Le but poursuivi est qu'à partir de ceux retenus

[11] R. DE MAXIMY (1973 : date de réalisation des planches), planches 19, 20, 21, 22.

on puisse induire des caractéristiques de prime abord insaisissables et déduire des forces sociales actives mais latentes, dont ils seront indubitablement révélateurs.

« [...] Donc les indicateurs d'urbanisation, s'ils sont correctement déterminés et cartographiés, devraient permettre de faire apparaître ces particularités significatives : accumulations, seuils, manques, ruptures et autres, toutes anomalies visibles dans le tissu urbain et significatives de forces sociales cachées mais actives qui peuvent être, ou sont effectivement, des causes d'une situation urbaine donnée. » (R. de Maximy)[12].

Si l'on s'attache aux moyens mis en œuvre pour élaborer ces indicateurs qui forment l'ossature analytique de l'*Atlas*[13], on peut différencier ceux qui peuvent être définis avec un appui informatique minimal (micro-ordinateur) et ceux dont la caractérisation dépend de l'exploitation d'une base de données et d'un SIG installés sur une station de travail. Ces derniers restent peu coûteux à construire et à actualiser... lorsque la base existe ; en effet, certains indicateurs établis à partir des données du recensement, à l'échelle de l'îlot, n'auraient jamais pu voir le jour sans l'intégration de ces informations au sein du SIG, c'est-à-dire sans l'aide de la puissance de calcul de la station de travail. L'établissement de certains indicateurs n'a nécessité que des ressources humaines et techniques légères (moins d'un mois d'enquête et saisie rapide des données) : indicateurs permettant d'apprécier le fonctionnement, la structuration, la hiérarchisation et les dynamiques des aires de centralité ainsi que les pressions spéculatives sur ces espaces (localisation des immeubles de grande hauteur, IGH, en 1987 et 1990, évolution de l'implantation des sièges bancaires et des grands services de l'État entre 1960 et 1990, localisation des sièges des entreprises privées

[12] À partir de diverses expériences, dont celle de l'AIQ, R. DE MAXIMY et H. R. GODARD préparent un ouvrage, *Indicateurs d'urbanisation, concepts et pratique : réflexion menée à propos de quelques villes des régions intertropicales*. Cet extrait est tiré de la première version du manuscrit.

[13] Le manuscrit, en cours de rédaction, distingue quatre types d'indicateurs :
— les *indicateurs de structuration de l'espace* (accessibilité, marchés, etc.) ;
— les *indicateurs des aires de desserte et de quadrillage de l'espace* (localisation diachronique des services privés et publics ainsi que des équipements) ;
— les *indicateurs des aires de centralité* (dynamiques, mutations et diffusion des phénomènes spéculatifs et de la notion de déplacement ou de dédoublement des fonctions centrales) ;
— les *indicateurs de hiérarchisation de l'espace* (adéquation et inadéquation des espaces urbains à partir des indices de hiérarchisation socio-économique et d'adaptation de la vie en ville).

et publiques dont le capital était supérieur ou égal à 150 millions de sucres en 1988[14]) ; indicateurs diachroniques significatifs de la ségrégation spatiale, des différenciations intra-urbaines et de l'évolution des réseaux (implantation des centres commerciaux, marchés et foires, des agences bancaires et des services de la santé publique) ; indicateurs spécifiques d'une thématique (localisation des hôtels, restaurants...). En revanche, la construction d'autres indicateurs n'a pu être menée à bien qu'à partir d'enquêtes coûteuses ou d'une exploitation lourde de la base de données élaborée autour du recensement : indicateur de cohabitation (liaison entre la densité par hectare et le degré de promiscuité — nombre d'habitants par pièce) ; indicateur de hiérarchisation socio-économique (établi à partir du nombre de résidants par pièce habitable disponible et des pourcentages de cadres, d'ouvriers qualifiés et d'ouvriers non qualifiés par rapport au nombre d'actifs) ; indicateur d'urbanisation et de tendance (localisation exhaustive des petites épiceries), etc.

La synthèse et l'élaboration du « manuel » d'utilisation du SIG

L'*Atlas* est un ouvrage de synthèse qui a été (et reste) critiqué. Au-delà du diagnostic de la capitale équatorienne dans les années quatre-vingt, cette étude vise à présenter un certain nombre de réflexions méthodologiques transposables dans le temps (à Quito, à partir des données du recensement de 1990) ou dans l'espace (adéquation des méthodologies développées à Quito en fonction des spécificités du site sur lequel sera tentée une expérience analogue). L'IGM et l'IPGH voyaient dans sa réalisation l'aboutissement et la valorisation d'un labeur de six ans alors que l'IMQ, pressée par ses urgences électorales, n'a jamais pris le temps de le considérer comme indispensable. Le retrait de cette institution au moment de la rédaction a d'ailleurs posé des problèmes difficilement solubles aux trois partenaires restants ; en effet, la structure de l'ouvrage avait été précisément définie dès 1989 et les planches qui devaient être originellement élaborées par les chercheurs et techniciens de l'IMQ ont dû être soit abandonnées par manque de ressources humaines (l'enquête résidence/emploi, fondamentale, aurait dû être réalisée afin de quantifier les migrations intra-urbaines et approcher les motifs des déplacements, les catégories socio-économiques concernées, etc.), soit rédigées sous la responsabilité des chercheurs de l'IGM, de l'IPGH ou de l'Orstom. Quant à ce dernier, il souhaitait qu'aboutissent tant la synthèse écrite que l'observatoire (politique cohérente mais difficile à mener à bien sur le terrain).

[14] 1 dollar US correspondait à 436 sucres en 1988.

Ce nouvel effet de la dissociation (apparente ?) des volets opérationnel et recherche se manifestait donc par une dichotomie au moment du transfert technologique et de l'aboutissement de la période AIQ : d'un côté, la remise aux partenaires d'une série de bandes sur lesquelles étaient gravées les données du recensement de 1982 et des enquêtes (« boîte à chaussures ») ; de l'autre, l'élaboration d'un ouvrage scientifique et didactique visant à présenter les résultats d'une analyse globalisante sur la structuration de la capitale équatorienne, à exposer les méthodologies développées (« recettes » à manier avec précaution) et à diffuser largement les conclusions issues de cette expérience pilote.

L'*Atlas* était indispensable pour valoriser la somme de connaissances accumulées pendant six ans. Toutefois, certaines réserves quant à sa forme et à son contenu doivent être formulées. Il eût été préférable que l'ouvrage se présentât sous une forme moins « classique ». Pour des raisons de coût, de difficultés techniques et de souhait des partenaires, la solution d'un livre évolutif (couverture démontable et insertion aisée de nouvelles planches ou de compléments actualisés aux planches publiées) fut rejetée. En raison de l'absence sur le marché équatorien d'un ouvrage de ce type, il était impossible de ne publier que la synthèse infographique d'une thématique ; nous devions présenter un diagnostic de Quito à la fin des années quatre-vingt à travers un balayage thématique qui intègre à la fois des cartes « incontournables » (bien que non informatisées), des cartes de synthèse dont les structures spatiales soient répétitives et dont les commentaires se recoupent (ce qui n'est pas inintéressant pour montrer la prégnance de certains facteurs) et des cartes dessinées à partir de documents bruts issus de la station de travail[15].

L'*Atlas* se présente donc tout à la fois comme un ouvrage « classique » (ce terme n'est en rien péjoratif) et une production « novatrice » générée par la mise en place d'une base de données ; il peut être actualisé en fonction des besoins scalaires et thématiques spécifiques des institutions qui participent à la phase SUI.

[15] *Cartes « incontournables »* : évolution de la tache urbaine (1760-1987), isohyètes moyennes annuelles de l'aire métropolitaine, etc.

Cartes de synthèse présentant une vision de la ville analogue : distribution des îlots selon la relation promiscuité-densité, évacuation des eaux usées, approvisionnement en eau potable. Ces cartes mettent en évidence la permanence de la rupture socio-économique et fonctionnelle nord-sud, en partie liée à l'obstacle de la colline du Panecillo, des oppositions centre-périphérie...

Cartes redessinées à partir des sorties cartographiques issues de la station : zones desservies et non desservies par les réseaux principaux, tracé des limites externes de certains groupes d'activités, élaboration de cartes lissées, etc.

L'actualisation « à la carte »

Nous avons montré précédemment que les indicateurs d'urbanisation pouvaient faire appel soit à des moyens « légers », soit à des techniques plus « lourdes ». L'actualisation des données, l'un des avantages inhérents à la constitution d'un observatoire, doit également être appréhendée selon ces deux options complémentaires : rapidité d'exécution dans le cas de l'actualisation d'indicateurs pertinents mais dont l'exploitation scientifique est finie ; lenteur des procédures dans le cas de la mise à jour des données du recensement qui permettent cependant une exploitation et des ouvertures thématiques inépuisables.

S'il n'est pas question de minorer l'intérêt de l'actualisation des données de base (recensement de la population et du logement à l'échelle de l'îlot ou enquête exhaustive des activités commerciales, artisanales ou de service à l'instant t_1 qui a entraîné la saisie de 33 000 points sur lesquels s'ancrent et sont visualisées quelque 80 000 activités recensées en 1986[16]), il est intéressant de disposer d'indicateurs peu coûteux à mettre à jour chaque année moyennant une quinzaine de jours de travail. L'analyse comparative des données censitaires est fondamentale pour analyser de manière fine l'évolution de la morphologie urbaine, de la structure de la population, etc. ; mais, d'une part, il s'écoule une dizaine d'années entre deux recensements (1982 et 1990 en Équateur), d'autre part, les informations à l'échelle du pâté de maisons ne sont disponibles que plus d'un an après le passage des enquêteurs, enfin, l'actualisation demande environ un an de travail (saisie des îlots dont les limites ont été tracées pendant la période intercensitaire, vérifications, adéquation de l'information, etc.). Il est donc utile de disposer de données rapides à actualiser permettant d'apprécier le fonctionnement et les dysfonctionnements urbains, l'évolution de la structuration de l'espace et les processus ségrégatifs. C'est le cas des enquêtes relatives à la santé publique et aux grands services de l'État, réalisées en 1990, au réseau bancaire, entreprises en 1987 et appliquées de nouveau en 1989 et 1990, aux IGH — qui permettent de « suivre » les tendances de la spéculation immobilière —, à la localisation des marchés et des centres commerciaux, etc. L'intégration de ces informations ponctuelles dans la base de données urbaines élaborée pour les besoins du programme AIQ permet non seulement de disposer rapidement d'une cartographie actualisée, mais encore de croiser ces variables avec d'autres (ponctuelles, aréales ou linéaires) présentes dans le système d'information géographique.

[16] S'il est difficile d'envisager la réalisation en 1995 de cette même enquête en raison de son coût (second passage exhaustif), il serait intéressant pour l'IMQ de l'actualiser à partir d'un sondage ou d'une actualisation échelonnée balayant chaque année 1/10 ou 1/5 de l'espace urbain.

Face à l'ampleur des tâches prioritaires à accomplir dans la capitale équatorienne (dotation en équipements et en infrastructures, volonté d'œuvrer en faveur des quartiers géographiquement périphériques, nécessité de déterminer des priorités d'investissement...), il semble douteux que l'IMQ ait les moyens de valoriser directement, dans une optique analytique, les données issues du recensement de 1990. La participation de l'Orstom au SUI, très minoritaire dans cette seconde phase du programme, implique la réalisation de missions de courte durée d'analystes de l'espace. Deux types de travaux peuvent être envisagés : des études comparatives permettant l'actualisation des indicateurs d'urbanisation mis au point par R. de Maximy à partir du recensement de 1982 et la cartographie immédiate des dynamiques urbaines (l'un des objectifs du séjour de ce chercheur en mai-juin 1993) ; un approfondissement de certaines thématiques qui n'ont été qu'ébauchées dans les planches de l'*Atlas*, faute de temps, et un élargissement de la zone d'étude — analyse de l'aire métropolitaine[17]). Scientifiquement, la phase SUI est certainement plus intéressante que la phase AIQ. En effet, la numérisation, la constitution de la base de données de référence, la mise au point du logiciel, etc., qui sont indispensables à la mise en place de l'observatoire, sont des étapes souvent désespérément longues ; en revanche, l'analyse comparative de deux situations urbaines à dix ans d'intervalle permet d'envisager de nouveaux types de traitement (cartes de tendances, cartes de résidus...), d'enclencher de nouvelles problématiques et de déboucher sur des conclusions affinées relatives aux mécanismes explicatifs des dynamiques de croissance et des processus ségrégatifs (thèmes, s'il en est, qui intéressent nécessairement les autorités municipales). On peut espérer que l'IMQ actualisera les planches relatives à la population et au logement à partir du dernier recensement ; de toute façon, certains chercheurs de l'Orstom ayant participé à l'élaboration de l'*Atlas* le feront certainement au cours de leurs missions.

[17] L'*Atlas infographique de Quito* est consacré à l'analyse de la ville *stricto sensu*, c'est-à-dire que les 300 000 habitants résidant dans l'agglomération (banlieues résidentielles, quartiers populaires, activités...) n'ont pas été pris en compte. Il s'agit d'une lacune qui était... incontournable. Afin de justifier cette prétendue lacune auprès des responsables de l'IMQ qui souhaitaient que l'on tienne compte de l'aire métropolitaine dès 1987, René de Maximy avança deux éléments : l'absence des feuilles topographiques à 1/4 000 rendait impossible l'analyse à l'échelle de l'îlot, unité de base choisie pour étudier Quito *stricto sensu* ; le nombre réduit de chercheurs rendait impossible la dispersion sur un espace aussi vaste et le respect des délais qui avaient été fixés dans l'accord interinstitutionnel.

EN GUISE DE CONCLUSION : LE SIG PARFAIT !

Au cours des deux dernières années de l'opération (1990-1992), la symbiose entre les approches scientifique et opérationnelle d'une même recherche a été effective. La démarche suivie pour élaborer les indicateurs d'urbanisation, les cartes et les documents d'accompagnement fut parfois inductive — observation puis explication des phénomènes —, souvent hypothético-déductive — définition d'une problématique et énoncé des hypothèses de travail ; confirmation ou infirmation de celles-ci à partir des travaux de terrain ou des données statistiques disponibles ; modification éventuelle des hypothèses en fonction des connaissances sur l'espace considéré. Cette dernière démarche, qui a toujours été privilégiée dans l'analyse scientifique, fut à la base des allers et retours permanents entre la recherche fondamentale et la recherche appliquée, et de l'étroite collaboration, pas nécessairement « formelle », entre certains chercheurs thématiciens, les techniciens de l'IMQ et le chercheur informaticien.

À partir des hypothèses de travail, le concepteur de Savane enrichissait le logiciel ; puis les variables étaient choisies et traitées ; enfin, les sorties cartographiques étaient comparées à la réalité terrain et aux hypothèses de départ. Après présentation des résultats et discussions avec les membres de l'IMQ, des ajustements éventuels (hypothèses, choix des variables, pondération...) permettaient de déterminer de manière plus fine les indicateurs d'urbanisation. Ces approches progressives par tentatives successives ont permis que les aspects opérationnel et scientifique s'alimentent mutuellement et que les liens ne soient jamais rompus entre le département municipal chargé de la planification urbaine et la cellule terminant l'élaboration de l'*Atlas*.

Pour clore ce bilan de l'AIQ, qui se veut objectif..., nous proposons deux chronogrammes visant à constituer un SIG : le premier correspond au déroulement du programme AIQ dans des conditions idéales, c'est-à-dire en faisant abstraction des problèmes techniques auxquels l'équipe franco-équatorienne s'est heurtée et en supposant une entente toujours cordiale entre les partenaires ; le second suppose que soit décidé aujourd'hui le renouvellement de l'expérience AIQ sur un autre site (taille et caractéristiques de l'objet d'étude peu différentes de celles de Quito, données disponibles analogues à celles que nous avons analysées) en tirant parti de l'acquis du programme AIQ.

Option 1

1987

— rédaction des termes de référence du programme de recherche
— signature de l'accord interinstitutionnel
— constitution de la cellule scientifique et technique

— mise en place de la station de travail (contrat de maintenance sur site indispensable)
— définition des responsabilités respectives des chercheurs
— recensement disponible et prêt à être intégré

1988

— numérisation et préparation des fonds cartographiques de base
— intégration du recensement après choix des variables
— réalisation des enquêtes spécifiques, codification et intégration
— premiers résultats cartographiques

1989

— analyse des données et développement parallèle du logiciel Savane
— rédaction et élaboration des cartes et documents d'accompagnement définitifs

1990

— analyse des données et développement parallèle du logiciel Savane
— rédaction et élaboration des cartes et documents d'accompagnement définitifs
— préparation du passage à la seconde phase du programme : constitution de l'observatoire urbain et transfert technologique

1991

— achèvement de l'ouvrage *Atlas* et impression
— rédaction du manuel d'utilisation de Savane et « fermeture » du logiciel dans sa version 1.0. (mises à jour ultérieures)
— missions de prospection destinées à promouvoir le produit fini (logiciel, méthodologies)
— mise en route de l'observatoire urbain

Nous pensons que cinq années de travail auraient dû permettre de mener à bien le programme AIQ dans des conditions confortables ; il a officieusement nécessité huit années (la période 1984-1987 se caractérisant par son « informalité ») et une neuvième aurait été nécessaire afin de contrôler l'impression de l'ouvrage.

Option 2

Années 1 et 2

— appui des chercheurs de l'Orstom sous la forme de missions de courte durée auprès des institutions participant au projet afin d'évaluer l'information disponible, de mettre en place le matériel informatique acquis par les partenaires et le logiciel, de former le personnel affecté au programme, d'adapter les méthodologies au site considéré et de préparer d'éventuelles enquêtes complémentaires

Année 3

— traitement des données (affectation des chercheurs) en liaison étroite avec des statisticiens et des spécialistes de l'analyse quantitative ; réalisation des cartes, élaboration des documents d'accompagnement et rédaction des textes explicatifs

Nous avons considéré qu'il s'agissait de réaliser un programme « AIQ bis » qui pourrait être mené à bien, *théoriquement* (!), grâce à une implantation légère, avec un apport financier réduit[18] et en peu de temps. Il subsiste toutefois un problème de fond : est-il nécessaire de renouveler l'expérience AIQ aujourd'hui ? Nous ne pouvons répondre qu'à titre personnel. Lorsqu'un SIG aussi fin que celui de Quito est opérationnel à l'échelle de l'îlot, c'est un outil de recherche fantastique pour traiter des dynamiques urbaines (mais combien existe-t-il de SIG de ce type dévolus à une ville ?). Lorsqu'il s'agit de le créer à ce niveau de détail, la scission recherche/application est presque inévitable. En effet, la mise en place d'un SIG orienté vers la planification urbaine s'assimile beaucoup plus, dans un premier temps, à une assistance purement technique qu'à un authentique travail de recherche[19] ; dans un second temps, il est certain que les deux volets peuvent être associés. Nous suggérons deux approches complémentaires : une solution « lourde » alliant station de travail (découpage par îlot pour les besoins de la gestion urbaine) et micro-ordinateur (analyse scientifique sur la base d'un découpage plus grossier défini par agrégation sur la station de travail) ; une solution « légère », nécessairement moins ambitieuse mais moins coûteuse, qui implique que les objectifs du partenaire (et non des partenaires...) soient principalement scientifiques et que les thématiques soient bien ciblées contrairement aux SIG orientés vers la gestion urbaine et visant l'exhaustivité.

18 *À condition de convaincre les partenaires d'acquérir l'équipement informatique et d'en* assurer le fonctionnement, ce qui sera certainement de plus en plus difficile en raison des problèmes budgétaires auxquels se heurtent la plupart des pays du tiers-monde.

19 Cette assertion n'a rien de péjoratif. Mais il est vrai que, dans un premier temps, la mise en place et la constitution de la base de données est un travail long et ingrat (les chercheurs ne « voient venir » aucune sortie cartographique et ne peuvent pas procéder à l'analyse des informations statistiques). Les aspects scientifiques ne sont développés qu'après la digitalisation des unités de base, la collecte des informations, la réalisation des enquêtes et l'intégration des données. Une question se pose alors : est-il nécessaire d'affecter à temps complet des thématiciens au cours de la première phase de la constitution d'un SIG et d'une base de données ?

BIBLIOGRAPHIE

Bureau d'études d'aménagement urbain, Institut géographique du Zaïre, 1978 — *Atlas de Kinshasa*. Deux parties, 44 et 22 planches.

COURET (D.), 1994 — *Système d'information géographique, inégalité dans le logement et ségrégation spatiale à Quito (Équateur)*. Paris, Orstom Éditions, coll. Études et thèses, 236 p.

CRÉPEAU (C.), 1989) — Un exemple de système d'information géographique d'aide à la gestion territoriale : le SIG de Timahdit (Maroc). *Mappemonde*, 3 : 26-31.

Instituto Geográfico Militar (IGM), Instituto Panamericano de Geografía e Historia (Sección nacional del Ecuador) (IPGH), Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération (Orstom), 1987-1991 — *Bulletin de l'Atlas informatisé de Quito (AIQ)/Boletín del Atlas informatizado de Quito (AIQ)*.

Instituto Geográfico Militar (IGM), Instituto Panamericano de Geografía e Historia (Sección nacional del Ecuador) (IPGH), Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération (Orstom), 1992 — *Atlas infográfico de Quito : socio-dinámica del espacio y política urbana/Atlas infographique de Quito : socio-dynamique de l'espace et politique urbaine*. 41 planches bilingues (espagnol, français), 297 p.

MAXIMY (R. de), 1994 — *Regard de l'informatique sur la ville. Atlas informatisé, cartographie : un exemple, Quito*. La science en débat : ville, réseaux, environnement, Cité des sciences de La Villette, enregistrement sur cassettes (2 heures).

SOURIS (M.), 1993 — *Savane, Système d'information géographique*. Quito, Orstom, 8 p.

WANIEZ (P.), VIZINTIM (M.), BRUSTLEIN (V.), 1993 — Pour l'expérimentation des SIG en géographie, le SIG Paraná. *Mappemonde*, 3 : 29-34.